

2001209632



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 27 267 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 47/02**

BZ

DE 198 27 267 A 1

⑳ Aktenzeichen: 198 27 267.7  
㉒ Anmeldetag: 18. 6. 98  
㉔ Offenlegungstag: 23. 12. 99

㉑ **Anmelder:**  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉓ **Vertreter:**  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 68165  
Mannheim

㉒ **Erfinder:**  
Betz, Lorenz, 96138 Burgebrach, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

DE	197 17 833 A1
DE	196 19 523 A1
EP	06 75 281 A1
EP	06 61 442 A1

RIEDEL, H.-P., Kavitationserscheinungen an Strömungswiderständen in ölhydraulischen Systemen,  
in: Technische Mitteilungen, 63. Jahrgang,  
Heft 9, 1970;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Kraftstoff-Einspritzventil für Hochdruck-Einspritzung mit verbesserter Steuerung der Kraftstoffzufuhr**

⑤⑦ Es wird ein Kraftstoffeinspritzventil für eine Hochdruck-einspritzung von Kraftstoff aus einem Hochdruckspeicher in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, beschrieben. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Magnetventil auf, welches dazu dient, den Kraftstoffdruck in einem Steuerraum über eine Drossel mit zumindest einem, durch Kanalwandungen definierten Drosselkanalabschnitt zu entlasten (Einspritzposition) oder aufzubauen (Schließposition). Erfindungsgemäß ist der Drosselkanalabschnitt im wesentlichen blendenförmig bzw. als Drosselblende ausgebildet.

DE 198 27 267 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoff-Einspritzventil für Hochdruck-Einspritzung von Kraftstoff aus einem Hochdruck-Speicher in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein derartiges Kraftstoff-Einspritzventil ist in der DE 196 19 523 A1 beschrieben. Bei diesem bekannten Einspritzventil erfolgt die Steuerung der Einspritzung elektrohydraulisch, indem von dem Hochdruck-Speicher Kraftstoff unter Hochdruck einem Steuerraum zugeführt wird. Durch diesen Steuerdruck wird nun das Ventilverglied des Kraftstoff-Einspritzventils in der Schließposition gehalten. Dies wird dadurch erreicht, daß die mit dem Steuerdruck beaufschlagte Steuerungsfläche des Ventilvergiedes größer ist als die beaufschlagte Fläche an der Schulter der Düsenadel am Kraftstoff-Einspritzventil. Der Steuerraum ist mit dem Hochdruckspeicher permanent verbunden, und zwar gedrosselt, und ist über eine weitere Drossel mit einem Drosselkanalabschnitt entlastbar. Diese letztgenannte Drossel wird voll einem Magnetventil gesteuert. Sobald das Magnetventil diese Drossel öffnet, wird der Steuerraum entlastet, wodurch der Druck an den Druckflächen des Ventilvergiedes des Einspritzventils ausreichend ist, daß es in die geöffnete Stellung, das heißt die Einspritzposition, gebracht werden kann, während welcher die Einspritzung erfolgt. Wird nun durch das Magnetventil diese Drossel wieder geschlossen, so erfolgt eine Drucksteigerung im Steuerraum, welche zur Folge hat, daß das Ventilverglied wieder in die Schließposition gebracht wird. Das Kraftstoff-Einspritzventil weist des weiteren eine vom Elektromagneten des Magnetventils abführende Entlastungsleitung auf, über welche die Kraftstoff-Abstemmenge an der genannten Drossel zu einem Entlastungsraum abfließen kann.

Ein derartiger prinzipieller Aufbau ist auch in der EP 0 661 442 A1 beschrieben. Die Drossel, welche mittels des Magnetventils steuerbar ist und welche die Seite des Kraftstoff-Einspritzventils zur Entlastungsleitung abdichtet bzw. öffnet und den Steuerraum miteinander verbindet, weist zwei zylindrisch ausgebildete Kanalabschnitte auf. Der erste Kanalabschnitt, welcher den eigentlichen Drosselquerschnitt darstellt, ist bezüglich seines Durchmessers lang ausgebildet und mündet mit einem Querschnittsprung in den zweiten zylindrischen Abschnitt, welcher einen erheblich größeren Querschnitt aufweist und die Verbindung des eigentlichen dünnen langen Drosselkanalabschnitts mit dem Steuerraum herstellt.

Insbesondere bei den schlanken langen und dünnen Drosselkanalabschnitten hat die Strömung des Kraftstoffes ausreichend Zeit, sich so auszubilden, daß der Kraftstoff sich an die Kanalwandungen anlegt. Bei diesen derartig engen Drosselkanal-Querschnitten ist dies jedoch mit nicht unerheblichen Strömungsverlusten verbunden. Zur Reduzierung der Strömungsverluste wurde der Weg beschritten, die Kanalwandungen dieser Drosselkanal-Querschnitte zu läppen, um deren Rauigkeit zu reduzieren. Dies stellt jedoch einen hohen technologischen Aufwand dar, welcher mit hohen Fertigungskosten verbunden ist. Insbesondere bei sehr engen Drosselkanal-Querschnitten stößt eine derartige Oberflächen-Feinstbearbeitung unter Berücksichtigung vernünftiger Kosten an die Grenzen der technischen Durchführbarkeit.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Kraftstoff-Einspritzventil zu schaffen, dessen Drossel zwischen Magnetventil und Steuerraum mit geringem fertigungstechnischen Aufwand und geringen Strömungsverlusten her-

stellbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Einspritzventil mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzventil für die Hochdruck-Einspritzung von Kraftstoff aus einem Hochdruck-Speicher in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, und zwar insbesondere eines Dieselmotors, weist ein Magnetventil auf, mittels welchem der Kraftstoffdruck in einem Steuerraum über eine Drossel, welche zumindest einen Kanalwandungen aufweisenden Drosselkanalabschnitt aufweist, entlastbar, was der Einspritzposition des Kraftstoff-Einspritzventils entspricht, oder aufbaubar ist, was der Schließposition des Kraftstoff-Einspritzventils bzw. der Nichteinspritzposition entspricht. Erfindungsgemäß ist der Drosselkanalabschnitt im wesentlichen blendenförmig ausgebildet. Indem der Drosselkanalabschnitt als Drosselblende ausgebildet ist, wird bewußt auf die Ausbildung der Strömung im Drosselkanalquerschnitt Einfluß genommen, indem der eigentliche Drosselkanalabschnitt so kurz ausgeführt ist, daß er in seiner Wirkung einer Blende gleicht, bei welcher beim Durchströmen die der Blende vorgeschalteten Kanalabschnitte und die der Blende nachgeschalteten Kraftstoff-Einspritzventile von der Strömung im wesentlichen an deren Kanalwandungen nicht berührt werden. Dadurch entsteht zum einen ein geringerer Strömungswiderstand, so daß sich das Steuerverhalten des Kraftstoff-Einspritzventils erheblich verbessern läßt. Zum anderen entfällt dadurch, daß der Drosselkanalquerschnitt als Blende ausgebildet ist, die aufwendige Oberflächen-Feinstbearbeitung in den ansonsten relativ engen Strömungskanälen. Dadurch können die Fertigungskosten reduziert werden. Außerdem wird dadurch der Einfluß der Fertigungsgenauigkeit auf das Strömungsverhalten in einer derartigen Drossel reduziert, da die Durchströmung des unmittelbaren Drosselbereiches im wesentlichen unabhängig von der Oberflächengestaltung der übrigen Kanalwandungen der Drossel ist.

Vorzugsweise weist der Drosselkanalabschnitt ein solches  $l/d$ -Verhältnis auf, daß Kavitation gewollt auftritt. Auch über eine spezielle geometrische Ausbildung, insbesondere eine kurze Länge, wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel erreicht, daß sich die Strömung beim Durchströmen des eigentlichen Drosselkanalabschnitts im wesentlichen nicht an dessen Kanalwandungen anlegt, wodurch die Strömungsverluste reduziert werden.

Vorzugsweise weist der Drosselkanalabschnitt ein  $l/d$ -Verhältnis im Bereich von 0,1 bis  $\leq 2$  auf, insbesondere im Bereich von 1,0 bis 1,5. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, daß insbesondere entsprechend theoretischer Untersuchungen bei  $l/d$ -Verhältnissen im Bereich von 2 bis 3 keine Kavitation vorhanden ist. Praktisch ist die Kavitation jedoch vorhanden, allerdings reduziert. Um den ursprünglichen Effekt beizubehalten, nämlich Kavitation bewußt einzusetzen, damit die Strömung sich nicht an die Kanalwandung anlegt, wird somit die Länge des Drosselkanalabschnitts im Hinblick auf seinen Durchmesser erheblich reduziert, wodurch stark reduzierte  $l/d$ -Verhältnisse erzielt werden. Insbesondere bei sehr kleinen  $l/d$ -Verhältnissen nimmt der Drosselkanalabschnitt die Form einer Drosselblende ein.

Um die Strömungsbedingungen innerhalb der Drossel weiter zielgerichtet zu beeinflussen, weist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der Drosselkanalabschnitt in einem Übergangsbereich mit

Querschnittserweiterung in Richtung auf den Steuerraum einen abgerundeten Bereich auf, welcher insbesondere HE-gerundet ausgebildet ist. Durch die abgerundete Ausbildung des Übergangsbereichs wird die Strahleinschnürung reduziert, was des weiteren die Strömungsverluste beim Durchströmen des eigentlichen Drosselquerschnittes bzw. der Drosselblende reduziert.

Vorzugsweise ist die Drossel mit einem ersten Drosselkanal, welcher mittels eines Schließelements des Magnetventils verschließbar ist, und einem zweiten Drosselkanal versehen, welcher in den Steuerraum mündet, wobei der blendenförmige Drosselkanalabschnitt bzw. die Drosselblende zwischen dem ersten Drosselkanal und dem zweiten Drosselkanal mit im wesentlichen axialer Ausrichtung zueinander angeordnet ist. Dabei sind die Durchmesser der Drosselkanäle so ausgebildet, daß die Strömungsverluste relativ gering gehalten sind, und ist der blendenförmige Drosselkanalabschnitt zwischen den beiden Drosselkanälen so kurz ausgebildet, daß er die Form einer Drosselblende erhält.

#### Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden nun anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Querschnittsansicht eines Kraftstoff-Einspritzventils für Hochdruck-Einspritzung zur Erläuterung von dessen prinzipieller Funktionsweise; und

**Fig. 2** eine vergrößerte Schnittansicht des Bereiches des Kraftstoff-Einspritzventils gemäß **Fig. 1**, in welchem die Drossel mit dem erfindungsgemäßen blendenförmigen Drosselkanalabschnitt angeordnet ist.

In **Fig. 1** ist ein Längsschnitt durch ein Kraftstoff-Einspritzventil für Hochdruck-Einspritzung von Kraftstoff mit einem darin integrierten Magnetventil **2** dargestellt. Die Ventilgröße **17** des Kraftstoff-Einspritzventils **1** ist eine Düsen-nadel **11** mit an sich bekannter konischer Dichtfläche, welche im Schließzustand zur Anlage an einem konischen Ventilsitz kommt. Von diesem Ventilsitz gehen Einspritzbohrungen ab, welche die eigentliche Düse **13** im Düsenkörper **12** darstellen. Die Düsen-nadel **11** wird durch eine Druckfeder **16** in Schließrichtung auf den Ventilsitz hin beaufschlagt. Die Düsen-nadel **11** weist des weiteren eine Druckschulter **15** auf, in deren Bereich im Düsenkörper **12** ein Druckraum **14** vorgesehen ist, welcher mit einer Hochdruck-Zulaufleitung **26** in Verbindung steht, über welche von einem Hochdruck-Anschluß **18** in Form eines Druckstutzens Kraftstoff mit Hochdruck, vorzugsweise mit einem Druck von 120 MPa dem Druckraum **14** zugeführt wird. Wenn der entsprechende Hochdruck im Druckraum **14** anliegt, wirkt er auf die Druckschulter **15** und erzeugt damit eine in axialer Richtung der Düsen-nadel **11** wirkende Kraft, welche bei entsprechender Steuerung des Magnetventils **2** ausreichend ist, die Düsen-nadel **11** anzuheben und die Düsenbohrungen der Düse **13** im Düsenkörper **12** freizugeben.

Dadurch wird Kraftstoff in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt. In koaxialer Ausrichtung mit der Druckfeder **16** greift des weiteren an der Düsen-nadel **11** ein Ventilstößel **25** an, welcher in einem Einsetzteile **21** im Ventilgehäuse **17** des Kraftstoff-Einspritzventils **1** mit seiner Stirnseite einen Steuerraum **3** begrenzt. Dieser Steuerraum **3** weist vom Hochdruck-Anschluß **18** her einen Zulauf mit einer Hochdruck-Drossel **19** und einen Ablauf zu einer Entlastungsleitung **24** mit der erfindungsgemäßen Drossel **4** auf, welche durch ein Ventili-glied **27** des Magnetventils **2** gesteuert wird.

In an sich bekannter Weise weist das Magnetventil **2** eine

in Schließrichtung wirkende Feder **20** und eine Magnetspule **22** auf, welche bei Erregung ein Anziehen des Ventili-glieds **27** bewirken, wodurch die Drossel **4** geöffnet wird. Im oberen Kopfbereich des Kraftstoff-Einspritzventils **1** ist des weiteren ein E-Anschluß **23** zur Stromversorgung des Magnetventils **2** vorgesehen.

Zur besseren Darstellung ist der Bereich der erfindungsgemäßen Drossel **4** in **Fig. 2** als vergrößerte Schnittansicht dargestellt. Die Drossel **4** weist einen ersten Drosselkanal **8**, welcher mittels eines kugelförmigen Schließelements **9** verschließbar ist, welches durch das Magnetventil **2** betätigbar ist, einen Drosselkanalabschnitt **5**, welcher blendenförmig ausgebildet ist, und einen zweiten Drosselkanal **10** auf. Der Übergang des Drosselkanalabschnitts **5** ist dabei als gerundeter Übergangsbereich **6** ausgebildet, um einer Strahleinschnürung entgegenzuwirken. Der zweite Drosselkanal **10** mündet in den Steuerraum **3**, in welchem sich der Ventilstößel **25** befindet, welcher durch entsprechenden Druck im Steuerraum **3** mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist. Die magnetventilgesteuerte erfindungsgemäße Drossel **4** ist innerhalb des Ventilgehäuses **17** angeordnet.

Dadurch, daß der Drosselkanalabschnitt **5** eine solche kurze Länge bzw. ein solches 1/d-Verhältnis aufweist, daß er als Drosselblende wirkt, und dadurch, daß der Übergangsbereich von diesem Drosselkanalabschnitt **5** in den zweiten Drosselkanal **10** als abgerundeter Übergangsbereich **6** ausgebildet ist, und dadurch, daß die geometrischen Verhältnisse der einzelnen Drosselkanäle bzw. Drosselkanalabschnitte sowie der Radien des abgerundeten Übergangsbereiches **6** aufeinander abstimmbare sind, kann die Ausbildung der Strömung durch die Drossel längs sämtlicher Kanalabschnitte bzw. Drosselkanäle im Hinblick auf eine optimale Steuerung des Kraftstoff-Einspritzventils **1** optimiert werden.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzventil (1) für Hochdruck-Einspritzung von Kraftstoff aus einem Hochdruck-Speicher in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, welches ein Magnetventil (2) aufweist, mittels welchem der Kraftstoffdruck in einem Steuerraum (3) über eine Drossel (4) mit zumindest einem durch Kanalwandungen (6) definierten Drosselkanalabschnitt (5) entlastbar (Einspritzposition) oder aufbaubar (Schließposition) ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drosselkanalabschnitt (5) im wesentlichen blendenförmig ausgebildet ist.
2. Kraftstoff-Einspritzventil (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanalabschnitt (5) ein solches 1/d-Verhältnis, daß Kavitation auftritt, und eine solche geometrische Ausbildung, insbesondere Länge aufweist, daß bei seiner Durchströmung mit Kraftstoff die Strömung sich zumindest größtenteils nicht an dessen Kanalwandungen (6) anlegt.
3. Kraftstoff-Einspritzventil (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanalabschnitt (5) ein 1/d-Verhältnis im Bereich von 0,1 bis  $\leq 2$  insbesondere 1,0 bis 1,5 aufweist.
4. Kraftstoff-Einspritzventil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanalabschnitt (5) in einem Übergangsbereich (7) mit Querschnittserweiterung in Richtung auf den Steuerraum (3) abgerundet, insbesondere HE-gerundet ausgebildet ist.
5. Kraftstoff-Einspritzventil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dros-

sel (4) einen ersten Drosselkanal (8), welcher mittels eines Schließelements (9) des Magnetventils (2) verschließbar ist, und einen zweiten Drosselkanal (10) aufweist, welcher in den Steuerraum (3) mündet, und der blendenförmige Drosselkanalabschnitt (5) zwischen dem ersten Drosselkanal (8) und dem zweiten Drosselkanal (10) in im wesentlichen axialer Richtung zueinander angeordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



